

Brief English-Language Explanation of Citation 5  
(Japanese Patent Laid-Open Publication No. 213026/1996)

Citation 5 discloses a metallic porous body for battery electrode substrate and a method of manufacturing the same. The metallic porous body is manufactured from a porous sheet which is made by weaving and sintering metal fibers.

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-213026

(43)公開日 平成8年(1996)8月20日

(51) Int.Cl. <sup>*</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 01 M 4/80	C			
B 22 F 3/11				
H 01 M 4/24	Z			
4/74	A			

B 22 F 5/00 101 E  
審査請求 未請求 請求項の数23 OL (全 15 頁)

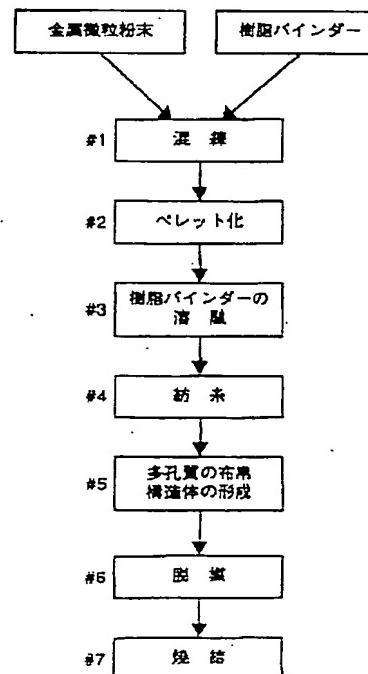
(21)出願番号	特願平7-295734	(71)出願人	390025689 片山特殊工業株式会社 大阪府大阪市淀川区三津屋南3丁目15番27号
(22)出願日	平成7年(1995)11月14日	(72)発明者	杉川 裕文 大阪府豊中市刀根山1丁目5番18号
(31)優先権主張番号	特願平6-293286	(74)代理人	弁理士 青山 葵 (外1名)
(32)優先日	平6(1994)11月28日		
(33)優先権主張国	日本 (JP)		

## (54)【発明の名称】 電池電極基板用金属多孔体、電池電極板およびその製造方法

## (57)【要約】

【課題】 金属繊維からなる電池電極基板用金属多孔体および電極板を製造する。

【解決手段】  $0.1 \mu m \sim 5 \mu m$  の粒径を有する金属粉末と樹脂バインダーとを混練して混合物を形成し、この混合物を紡糸ノズルより押し出して、 $1.0 \mu m \sim 100 \mu m$  の線径を有する金属繊維を紡糸し、ついで、この紡糸した金属繊維を不織布状、織物状、編物状、発泡状などの多孔質の布帛形状に形成し、その後、脱媒、焼結を行っている。該電極基板用金属多孔体の空孔には活性物質を充填して電池用極板とする。あるいは、樹脂バインダーを用いず、金属粉末を大きな加圧力で紡糸ノズルより押し出して、金属繊維を紡糸している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 多孔性纖維構造体あるいは三次元網状構造体で、これら構造体の空孔を囲む骨格が、金属粉末からなる金属纖維で形成されている電池電極基板用金属多孔体。

【請求項2】 上記多孔性纖維構造体は、不織布状、織物状、編物状、フェルト状、スクリーン状、エキスパンデッド状、網状等の構造からなり、上記三次元網状多孔体は、発泡状、スポンジ状、海綿状、ハニカム状等の構造からなる請求項1に記載の電池電極基板用金属多孔体。

【請求項3】 上記金属粉末は粒径が $0.1\text{ }\mu\text{m}\sim 5\text{ }\mu\text{m}$ であると共に、上記金属纖維は $1.0\text{ }\mu\text{m}\sim 100\text{ }\mu\text{m}$ の線径を有する連続纖維状あるいは長纖維状のものである請求項1または請求項2に記載の電池電極基板用金属多孔体。

【請求項4】 上記金属纖維の表面に電気メッキが施されている請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の電池電極基板用金属多孔体。

【請求項5】 上記金属粉末は、金属単体、合金あるいはこれら金属単体および合金の酸化粉末からなり、かつ、一種類の上記金属粉末あるいは複数種類の上記金属粉末を混合したものからなる請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の電池電極基板用金属多孔体。

【請求項6】 上記金属多孔体を複数枚積層している請求項1乃至請求項5のいずれか1項に記載の電池電極基板用金属多孔体。

【請求項7】 請求項1乃至請求項6のいずれか1項に記載の金属多孔体に、有機物あるいは無機物からなる多孔体にメッキを施して形成している金属多孔体および/あるいは穴あけした導電性金属箔を積層して形成している電池電極基板用金属多孔体。

【請求項8】 請求項1乃至請求項7のいずれか1項に記載の電池電極基板用金属多孔体に活物質を充填して形成している電池電極板。

【請求項9】 金属粉末と樹脂バインダーとを混練して混合物を形成し、

ついで、上記混合物をノズルより押し出して金属纖維を紡糸し、

ついで、上記紡糸した金属纖維を多孔性纖維構造体あるいは三次元網状構造体に形成していることを特徴とする電池電極基板用金属多孔体の製造方法。

【請求項10】 上記多孔性纖維構造体あるいは三次元網状構造体を脱媒および焼結している請求項9に記載の電池電極基板用金属多孔体の製造方法。

【請求項11】 上記多孔性纖維構造体あるいは三次元網状構造体に電気メッキを施している請求項9に記載の電池電極基板用金属多孔体の製造方法。

【請求項12】 上記電気メッキを施した後に、脱媒、焼結している請求項11に記載の電池電極基板用金属多孔体の製造方法。

## 孔体の製造方法。

【請求項13】 上記金属粉末と樹脂バインダーとの混合割合は、金属粉末が70%~97%である請求項9乃至請求項12のいずれか1項に記載の電池電極基板用金属多孔体の製造方法。

【請求項14】 上記金属粉末と樹脂バインダーとの混合物を、上記紡糸用のノズルの中心部から押し出して芯部を形成すると共に、ノズルの外周部から樹脂を押し出して樹脂100%の鞘部分を形成し、芯部を鞘部分で囲む複合纖維として紡糸している請求項9乃至請求項13のいずれか1項に記載の電池電極基板用金属多孔体の製造方法。

【請求項15】 上記金属粉末と樹脂バインダーとの混合物を、上記紡糸用のノズルの内部に間隔を明けて設けた多数の押出部から押し出して多数の芯部を形成すると共に、これら芯部の隙間に樹脂を押し出して、樹脂100%の樹脂部分で分散した上記芯部を囲んでいる多芯構造の複合纖維として紡糸している請求項9乃至請求項13のいずれか1項に記載の電池電極基板用金属多孔体の製造方法。

【請求項16】 上記金属粉末と樹脂バインダーとの混合物を、上記紡糸用ノズルから押し出す時に、溶融温度が異なる他の樹脂と張り合わせた状態で押し出して、冷却時にカールした形状の複合纖維として紡糸している請求項9乃至請求項13のいずれか1項に記載の電池電極基板用金属多孔体の製造方法。

【請求項17】 金属粉末をノズルより押し出して金属纖維を紡糸し、ついで、上記紡糸した金属纖維を多孔性纖維構造体あるいは三次元網状構造体に形成していることを特徴とする電池電極基板用金属多孔体の製造方法。

【請求項18】 上記多孔性纖維構造体あるいは三次元網状構造体を焼結している請求項17に記載の電池電極基板用金属多孔体の製造方法。

【請求項19】 上記多孔性纖維構造体あるいは三次元網状構造体に電気メッキを施し、ついで、焼結している請求項17に記載の電池電極基板用金属多孔体の製造方法。

【請求項20】 上記紡糸用ノズルから押し出した連続金属纖維に対して、空気の移動により非接触で連続的に湾曲させ、コイル状に形成している請求項9乃至請求項19のいずれか1項に記載の電池電極基板用金属多孔体の製造方法。

【請求項21】 上記紡糸された多数の連続金属纖維をコイル状とし、該コイル状とした連続金属纖維を水平コンベヤ上に搬送し、該水平コンベヤを左右幅方向に振ることにより相互に絡み合わせて多孔質の布帛構造体を形成している請求項9乃至請求項20のいずれか1項に記載の電池電極基板用金属多孔体の製造方法。

【請求項22】 上記金属纖維からなる多孔性纖維構造

体は、金属纖維を短纖維とし、該短纖維より不織布状の多孔性纖維構造体を形成している請求項9乃至請求項19のいずれか1項に記載の電池電極基板用金属多孔体の製造方法。

【請求項23】 請求項9乃至請求項22のいずれか1項に記載の方法で製造した金属多孔体に、活物質を充填して形成する電池電極板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電池用等の電極基板用金属多孔体、該金属多孔体から形成した電池電極板、電池電極基板用金属多孔体の製造方法および、電池電極板の製造方法に關し、詳しくは、金属纖維を多孔質の布帛状に形成し、その空孔に活物質が充填されるもので、ニッケル水素電池、ニッケルカドミウム電池、燃料電池等の電極板、自動車用バッテリーの電極板として好適に用いられるものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、電極板として用いられている多孔性纖維構造体あるいは三次元網状構造体からなる布帛形状の金属多孔体は、1デニール～3デニールの有機纖維が網目状、不織布状あるいは織物状等に加工されたもの、あるいは樹脂発泡体に対して、化学メッキ等を施して導電処理した後、電気メッキを施し、ついで、所要温度で所要時間加熱して脱媒、焼結を行って製造している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記方法では、化学メッキおよび電気メッキを必要とするため、多数の処理液を必要とし、該処理液の管理が必要であると共に、公害対策を施す必要があり、かつ、処理工事が複雑である問題があった。また、電気を大量に使用するため、大量生産するとコストがかかる欠点があった。

【0004】 さらに、従来の有機纖維の表面に化学メッキ等の導電処理を施した後に、その外面に $25\mu\text{m}$ ～ $50\mu\text{m}$ の電気メッキを施すと外径が大きくなり、ついで、脱媒、焼結を行って有機纖維を焼き飛ばすと、焼き飛ばされた有機纖維の部分が空洞となり、言わば、外径の大きな空洞を有する金属筒状となる。すなわち、製造される金属多孔体は、空洞を有する金属筒からなる骨格により空孔を囲む構造となる。上記金属多孔体を電極板として用いる場合、活物質が空孔に充填されるが、上記金属筒の空洞には活物質が充填できず、電極板としては無効の部分となる。かつて、金属筒の外径が大きくなるため、これら金属筒で囲まれる空孔は、その分、小さくなり、体積が大きい割りには活物質の充填量が少なくなる欠点がある。

【0005】 また、有機纖維からなる布帛構造体、例えば、有機纖維からなる不織布に導電処理した後に電気メッキを施す場合、布の表面には金属が厚く付着するが、

布の内部（板厚方向の中央部分）には金属が付着しにくく、金属付着量は表面側の略半分となる。すなわち、表面側および内部側に均一な金属骨格部を形成することは困難であった。

【0006】 さらに、金属多孔体を電極基板として用いる場合、上記したように、空孔に活物質を充填し、充填した後に規定の厚さとなるように加圧するが、活物質の充填時には金属多孔体の厚さが大で空孔率が高い方が活物質の充填が容易である。しかしながら、従来の有機纖維からなる不織布等の布帛構造体に導電処理をした後、電気メッキを施した金属多孔体は、その厚さを大とすることは容易にできず、活物質の充填が困難であった。即ち、従来の有機纖維からなる不織布は、纖維量が $40\sim50\text{g/m}^2$ 、樹脂ペインダー量が $20\text{g/m}^2$ で、総重量が $60\sim70\text{g/m}^2$ で、空孔率が9.5%の場合、板厚 $2.5\text{mm}$ ～ $3.5\text{mm}$ が最大であった。この板厚の不織布を導電処理、電気メッキ、脱媒および焼結を行うと板厚が減少し、板厚 $1.6\text{mm}$ を確保することが困難であった。

【0007】 さらにまた、従来の有機纖維からなる不織布は、短纖維を用いて製造されており、紡織カードで不織布を編み、樹脂ペインダーで結線を行っている。このように製造された有機纖維不織布は、図15に示すように、纖維fの結線部分に樹脂ペインダーフが溜まって、所謂、膜張りを発生している。上記不織布に対して導電処理を施して電気メッキを行った場合、膜張りが発生している結線部分の線径が部分的に大となっており、脱媒・焼結により有機纖維を焼き飛ばすと、結線部分に空洞が発生して、上記したように該空洞部分には活物質が充填できず無効部分となると共に、結線部分の線径が大くなっているため、空孔が減少し、活物質の充填量が減少する問題がある。

【0008】 また、電極板として用いる金属多孔体は、その空孔率が大きいほど活物質の充填量を増加させて、電極板としての寿命を伸ばすことができるが、各空孔の面積は小さい程、金属と活物質との接触面積を増大させることが出来るために好ましい。即ち、全体の空孔率は高く、しかも、各空孔面積は小さい程、好ましいこととなる。しかしながら、従来の有機纖維の表面に電気メッキを施して金属多孔体を製造する場合、各空孔面積を小さくしようとすると、有機纖維の網目等を詰める必要があるが、各纖維の表面にメッキが施されて、有機纖維が焼き飛ばされるため、全体の空孔率は減少し、有機纖維が焼き飛ばされて形成される空洞部分のみが多くなる問題がある。

【0009】 本発明は上記した問題に鑑みてなされたもので、従来必要とされた化学メッキ等の導電処理をなくし、処理液の管理が不要で公害問題がなく、しかも、電気を大量に使用しないようにしてコストの低下が図れるようにすることを目的としている。さらに、空孔を囲む

金属の骨格部分の線径を細くして、空孔率を大きく出来ると共に、各空孔面積は小さく出来るようにして活物質と金属との接触面積の増大を図り、さらに、板厚を大として活物質の充填が容易に行えるようにすること等を目的としている。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、請求項1で、多孔性纖維構造体あるいは三次元網状構造体で、これら構造体の空孔を囲む骨格が、金属粉末からなる金属纖維で形成されている電池電極基板用金属多孔体を提供している。

【0011】上記多孔性纖維構造体は、不織布状、織物状、編物状、フェルト状、スクリーン状、エキスパンデッド状、網状等の構造からなる。また、上記三次元網状構造体は、発泡状、スポンジ状、海綿状、ハニカム状等の構造からなる（請求項2）。

【0012】上記請求項1または請求項2に記載の金属多孔体は、従来の樹脂等の有機纖維からなる不織布、メッシュ体あるいは発泡体等からなる多孔性基材にメッキを施して金属多孔体としているのではなく、金属粉末からなる金属纖維を不織布状、織物状、編物状等の多孔性纖維構造体あるいは三次元網状構造体からなる多孔質の布帛構造体に形成されているため、メッキ工程が不要となる。また、従来は有機纖維の表面にメッキをして有機纖維を焼き飛ばしていたため、無効部分となる空洞が発生していたが、本発明では、空孔を囲む骨格を中実の金属纖維で形成しているため、従来発生していた空洞が存在せず、活物質が充填できない無効部分がなくなる。即ち、活物質の充填量を増大することができる。また、従来の筒状金属纖維に対して中実状金属纖維とするため、線径を細くすることができ、空孔率をアップすることができる。よって、活物質の充填量を上げることが出来る。即ち、同一ノズルを用いて紡糸する場合を考えると、従来は紡糸した有機纖維の表面にメッキが施されるため、その外径は大きくなる。これに対して、本発明では、紡糸した纖維自体が金属纖維であるため表面にメッキを施す必要はない。逆に、脱媒、焼結すると、該金属纖維の線径は細くなる。このように、空孔率が高くなると、それだけ金属多孔体の同一面積当たりの活物質の充填量を増加させることができる。

【0013】尚、活物質自体には通電性がないため、空孔を大きくして充填量を上げても電池特性は向上しない。つまり、活物質に電気を通す金属纖維（骨格）の隙間を狭くし、金属纖維と活物質との接触面積を大としなければ電池特性は向上しない。本発明では、上記空孔率がアップした分、金属纖維の本数を増加することができ、金属纖維の間の隙間を狭くし、活物質との接触面積を高め活物質の通電性を良くして電極板としての特性を高めることができる。さらに、金属纖維を織って或いは編んで、さらには、絡み合わせて布帛構造としているた

め、布帛構造の表面側および内部側のいずれにも金属からなる骨格が均一に存在している。これに対して、前記したように、従来の有機纖維に電気メッキを施して金属多孔体を形成する場合は、表面側の金属付着量が多く、内部の金属付着量が少なく表面側の略半分程度になっていたが、この欠点を本発明の金属多孔体は解消できる。

【0014】上記金属粉末は $0.1\text{ }\mu\text{m} \sim 5\text{ }\mu\text{m}$ であると共に、上記金属纖維は $1.0\text{ }\mu\text{m} \sim 100\text{ }\mu\text{m}$ の線径を有する連続纖維状あるいは長纖維状のものが好ましい（請求項3）。

上記金属粉末は、相互に絡み付かれ分散性が良いことが望ましいため、外面に相互に絡み合う凹部と凸部とを有しない形状、例えば、球状、サイコロ状、四角柱状、円柱状等が好ましい。

【0015】上記請求項3に記載のように、金属粉末を $0.1\text{ }\mu\text{m} \sim 5\text{ }\mu\text{m}$ とすると、 $1.0\text{ }\mu\text{m} \sim 100\text{ }\mu\text{m}$ の極細の線径を有する連続纖維状あるいは長纖維状を形成することが出来る。線径を細くできる程、上記した空孔率を高めることができると共に、空孔率の減少を抑制しながら1つの空孔面積を小さく出来る。また、金属纖維を連続纖維あるいは長纖維とすると、張力を高めることができ、従来の有機纖維に電気メッキを施して脱媒・焼結した金属多孔体の張力（ $2 \sim 2.5\text{ kgf}/20\text{mm}$ ）に対して、1.5倍～3倍の張力となる。よって、金属多孔体を引っ張りながら搬送して活物質を充填する時に、金属多孔体の張力が強くなることでスピードアップを図ることが出来る。

【0016】さらに、必要に応じて、上記金属纖維の表面に電気メッキが施されている（請求項4）。

このように、金属纖維の表面に電気メッキを施すと、金属多孔体の更に強度を大として、張力を高め、活物質の充填時のラインスピードを上げることが出来る。

【0017】上記金属粉末は、金属単体、合金あるいはこれら金属単体および合金の酸化粉末からなり、かつ、一種類の上記金属粉末あるいは複数種類の上記金属粉末を混合したものからなる（請求項5）。

上記金属粉末は限定されないが、Ni, Cu, Al, Ag, Fe, Zn, Sn, In, Ti, Pb, V, Cr, Co, これら金属の酸化物、あるいはこれら金属の合金、あるいは混合物が好ましい。このように、金属粉末として種々の金属、あるいは合金を用いることができ、かつ、これら金属を複数種類混合して用いると、混合金属からなる金属纖維を形成することが出来る。上記樹脂バイナーは紡糸時に所要の粘度を必要とするため、該粘度を有するものであれば良く、例えば、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリエチレン、ポリアクリロニトリル、ポリビニール系ポリマー、ポリイミド、ナイロン系ポリマー、ポリウレタン、セルロース等、有機纖維形成ポリマーが好ましい。

【0018】上記請求項1乃至請求項5に記載の電池電

極基板用金属多孔体は、その全体の空孔率が90%以上、その厚さは0.5mm~5.0mmとすることが好ましい。

【0019】本発明の金属多孔体は、その厚さを従来と比較して厚く形成することができる。即ち、従来の有機繊維に電気メッキを施して金属多孔体を形成する場合、前記したように、纖維量4.0~5.0g/m<sup>2</sup>、バインダー量2.0g/m<sup>2</sup>で、総重量6.0~7.0g/m<sup>2</sup>で、開孔率95%の有機繊維の場合、その厚さは最大2.5mm~3.5mmであった。この有機繊維を、導電処理、電気メッキ、脱媒、焼結などの処理を行うと、最終的な厚さは最大1.6mmしか確保できなかった。このように厚さが薄いと活物質の充填が困難であった。これに対して、本発明の金属多孔体は、金属繊維からなり剛性および弾性を有するため、その厚さを3.3mm~5.0mm程度まで大とすることは容易にでき、脱媒、焼結しても前記のように減量は少なく、スキンパスロールを通過させて板厚を均一としても、その厚さを1.6mm以上確保することが出来る。よって、従来と比較して活物質の充填が容易となる。活物質を充填した後は、1/2~1/3の厚さとなるように加圧して規定の厚さとすることが出来る。

【0020】上記金属多孔体を複数枚積層して用いることが好ましい。(請求項6)

さらに、請求項1乃至請求項6のいずれか1項に記載の金属多孔体に、従来より本出願人等より提供している有機物あるいは無機物からなる多孔体にメッキを施して形成している金属多孔体および/あるいは穴あけした導電性金属箔を積層して電池電極基板用金属多孔体としてもよい。(請求項7) 上記有機物とは樹脂製の発泡体、メッシュ、不織布等からなり、これらの多孔体にメッキを施した後に脱媒焼結して金属多孔体としている。

【0021】即ち、所要の厚さとするために、請求項1または請求項2に記載の金属繊維からなる金属多孔体を複数枚積層してもよいし、従来より提供されている金属多孔体と積層して用いてもよい。

【0022】また、本発明は、請求項8で、請求項1乃至請求項7のいずれか1項に記載の電池電極基板用金属多孔体に活物質を充填して形成している電池電極板を提供している。具体的には、例えば、上記金属繊維がニッケルからなり、該ニッケル繊維からなる金属多孔体に活物質を充填して、ニッケル水素電池用極板、ニッケルカドミウム電池用極板を形成している。

【0023】上記のように請求項1乃至請求項7に記載した電池電極基板用金属多孔体に活物質を充填して形成した請求項8に記載の電池電極板は、活物質充填されない空洞部が存在せず、その分だけ活物質の充填量が多くなると共に、充填した活物質と金属繊維(骨格)との接触面積が大きいため電池特性が向上する。

【0024】また、本発明は、上記電池電極基板用金属多孔体の製造方法を提供するものであり、請求項9で、

金属粉末と樹脂バインダーとを混練して混合物を形成し、ついで、上記混合物をノズルより押し出して金属繊維を紡糸し、ついで、上記紡糸した金属繊維を多孔性繊維構造体あるいは三次元網状構造体に形成していることを特徴とする電池電極基板用金属多孔体の製造方法を提供している。

【0025】上記多孔性繊維構造体あるいは三次元網状構造体は脱媒および焼結を施すことが好ましい。(請求項10)

【0026】請求項9および請求項10に記載の本発明に係わる電池電極基板用金属多孔体の製造方法によれば、従来の有機繊維にメッキを施して金属多孔体を製造する場合に必要であった導電処理工程、メッキ工程が不要となり、メッキにより金属多孔体を製造する場合に発生する処理液の問題を無くすことが出来る。かつて、メッキ方法によると電気の消費量が非常に多く、コスト高になっていたが、本方法では電気消費量が削減でき、大幅なコスト低下をはかる。

【0027】さらに、請求項9で製造した多孔性繊維構造体あるいは三次元網状構造体に電気メッキを施してもよい。(請求項11)

さらに、上記電気メッキを施したあと、脱媒、焼結を施すことが好ましい。(請求項12)

【0028】請求項11および請求項12に記載のように、強度を高めるため電気メッキを併用した場合にも、該電気メッキによる金属付着量が少なくなるため、従来の電気メッキ方法のみにより形成する場合と比較して、電気使用量の大幅な低減を図ることができる。

【0029】上記請求項10および請求項12の製造方法において、脱媒は800℃~1200℃で約2分、焼結は還元ガス雰囲気中で1000℃~1300℃で約2分~10分行うことが好ましい。

【0030】上記金属粉末と樹脂バインダーとの混合割合は、金属粉末を70%~97% (請求項13)、好ましくは、85%~97%としている。このように混合割合を、金属粉末を70%~97%とすると、金属の割合が非常に多いため、必ずしも、後工程でメッキにより金属を付着する必要がなくなり、必要な場合のみメッキをすれば良くなる。

【0031】上記金属粉末の割合が高い樹脂バインダーとの混合物を紡糸して極細繊維とする時、容易に紡糸および延伸が出来るよう、例えば、上記紡糸用のノズルの中心部から押し出して芯部を形成すると共に、ノズルの外周部から樹脂を押し出して樹脂100%の鞘部分を形成し、芯部を鞘部分で囲む複合繊維として紡糸している(請求項14)。

【0032】あるいは、上記金属粉末と樹脂バインダーとの混合物を、上記紡糸用のノズルの内部に間隔を明けて設けた多数の押出部から押し出して多数の芯部を形成すると共に、これら芯部の隙間に樹脂を押し出して、樹

脂100%の樹脂部分で分散した上記芯部を囲んでいる多芯構造の複合纖維として紡糸している（請求項15）。

【0033】さらに、上記金属粉末と樹脂バインダーとの混合物を、上記紡糸用ノズルから押し出す時に、溶融温度が異なる他の樹脂と張り合わせた状態で押し出し、冷却時にカールした形状の複合纖維として紡糸している（請求項16）。

【0034】請求項14乃至請求項16の方法を用いると、金属纖維の割合が非常に高い混合物より極細の金属纖維をノズルより押し出して紡糸することが出来る。特に、請求項16の方法によると、紡糸した纖維にカールを付与することができ、このカールした金属纖維より厚さの大な布帛構造体を容易に形成出来る。

【0035】さらに、本発明は請求項17で、金属粉末をノズルより押し出して金属纖維を紡糸し、ついで、上記紡糸した金属纖維を多孔性纖維構造体あるいは三次元網状構造体に形成していることを特徴とする電池電極基板用金属多孔体の製造方法を提供している。

【0036】上記多孔性纖維構造体あるいは三次元網状構造体を焼結することが好ましい。（請求項18）あるいは、上記多孔性纖維構造体あるいは三次元網状構造体に電気メッキを施し、ついで、焼結することが好ましい。（請求項19）

【0037】金属粉末が微小で、樹脂バインダーを混合しなくて密着性がよく、樹脂バインダーを混合した場合より50倍近い押圧力でノズルより押し出すと紡糸できる。其の場合、樹脂バインダーを混練してないため、請求項18に記載のように脱媒する必要はなく。また、電気メッキを施してもよく、其の場合には、電気メッキ後、焼結のみをほどこしている。

【0038】さらに、上記紡糸用ノズルから押し出した連続金属纖維に対して、空気を吸引して空気を移動させることにより、非接触で連続的に湾曲させ、コイル状を形成することが好ましい（請求項20）。

【0039】このように、連続的にノズルより押し出される連続した金属纖維に対して空気を吹きつけたり、該空気を吸引することにより、押し出された金属纖維を曲げて、連続して湾曲するコイルスプリング形状とすることが出来る。このように湾曲させると、金属纖維は剛性および弾性を有するため、その形状を保持し、湾曲させた分だけ、厚さの大きな布帛構造体とすることが出来る。

【0040】さらにまた、上記コイル状として多数の連続金属纖維を水平コンベヤ上に搬送し、該水平コンベヤを左右幅方向に振ることにより、連続糸を相互に絡み合わせて多孔質の布帛構造体を形成することが好ましい（請求項21）。

【0041】このようにして多孔質の布帛構造体を形成すると、簡単に多孔質の布帛構造体を形成出来るととも

に、コンベヤの左右の振れ、更には、コンベヤの搬送スピードを調整することにより纖維密度を容易に変えることができ、所要の空孔率を有する金属纖維からなる多孔質の布帛構造体を得ることが出来る。

【0042】上記方法に代えて、金属纖維を短纖維とし、該短纖維より不織布状の多孔性纖維構造体を形成することも好ましい。（請求項22）

金属短纖維より不織布状の金属多孔体とする方法としては、乾式あるいは湿式抄紙法が用いられる。このように、金属粉末より形成した連続金属纖維を短纖維に切断した後、不織布状の布帛構造体として形成すると、簡単に、空孔率が大きく、かつ、小さい空孔を多数有する金属多孔体を形成することができる。

【0043】また、本発明は請求項23で、請求項9乃至請求項22のいずれか1項に記載の方法で製造した金属多孔体に、活物質を充填して形成する電池電極板の製造方法を提供している。上記のように、請求項9乃至請求項22に記載の方法で製造した金属多孔体に、活物質を充填して請求項23に記載のよう電池電極板を製造する場合、金属多孔体を金属纖維から形成しているため引張力が大きく、よって、連続して金属多孔体を引っ張りながら活物質を充填する際のラインスピードを上げることができ、生産性を高めることができる。

#### 【0044】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。まず、本発明の電池電極基板用金属多孔体の製造方法を説明すると、第1実施形態では、図1のフローチャートに示す工程に従って、図2に示す製造装置により、ニッケルからなる金属粉末で金属纖維を生成し、該金属纖維より図4に示す不織布状の布帛構造体とした電池電極基板用金属多孔体40を製造している。

【0045】まず、金属微粒粉末として $0.1 \mu m \sim 5 \mu m$ のNi微粒粉末と、樹脂バインダーとしてナイロン6の粉末を用い、上記Ni微粒粉末を85%、ナイロン6の粉末を15%を夫々貯留容器1、2より定量フィーダー3A、3Bにより定量しながら混練機4へ供給し、ステップ#1の混練を行う。この混練機4で混練した混合物を直径約3mm前後の糸状として、混練機4の先端に設けたノズル4aより押し出し、この糸状混合物Mを冷却器5の内部をコンベヤ5aにより搬送して冷却する。

【0046】上記冷却器5は水タンク11より水をポンプ12により循環させ、冷水で糸状混合物Mを冷却している。上記冷却器5より取り出された糸状混合物Mを更にローラ6で搬送し、搬送過程で糸状混合物Mをカッタ-7で長さ約3mmに切断し、ステップ#2のペレットPとする。このペレットPを統いて乾燥器8を通して乾燥させた後、ペレット受け容器9に収容する。

【0047】上記ペレットPを溶融炉10に投入し、260°C~280°Cで加熱して、ステップ#3の樹脂バイ

ンダーを溶融する。なお、この時、金属微粒粉末は溶融していない。ついで、定量フィーダー13で定量しながら押出機14へ送り込む。該押出機14でギアポンプ(図示せず)により圧力をかけながら、フィルター15を通して、紡糸用ノズル16へと送り込む。上記フィルター15を通すことにより、粗大粒子の除去、凝集塊の除去を行う。

【0048】上記紡糸用ノズル16は、保温壁17の内部に熱媒体を循環しているヒータ18を配置し、該ヒータ18でノズル本体20を囲んでいる。ノズル本体20にはフィルター15を通した上記溶融物が供給され、ノズル本体20より多数本の金属繊維Fとして連続的に押し出され、ステップ#4の紡糸が行われる。

【0049】上記紡糸用ノズル16の下部には冷却筒21を配置し、ノズル本体20に近接した冷却筒21の上部にエア吹き出し口22を設け、ノズル本体20より連続的に押し出される金属繊維Fに側面よりエアを吹き付けることにより、糸を延伸させると同時に冷却を行っている。上記エア吹き出し口22には、フィルター23を通してプロア24により吸引したエアを、冷却水を循環したクーラー25、フィルター26、蒸気を循環したヒータ27を通して、所要温度に調節した後に、冷却筒21の内部に吹き出している。上記冷却筒21に吹き出したエアは、冷却筒21の下端に設けたエア取出口28より排気している。

【0050】上記ノズル本体20には、図8(A)に示すように、多数の吐出口51があり、よって、多数本(本実施例では40本)の金属繊維Fを並列状態で連続的に押し出している。尚、ノズルの吐出口を数百～数千個として、一度に数百～数千の連続繊維を押し出すことも可能である。

【0051】上記ノズル本体20の1つの吐出口の穴径は $100\mu\text{m}$ ～ $50\mu\text{m}$ とし、押し出された金属繊維Fは穴径が $100\mu\text{m}$ の場合は約 $60\mu\text{m}$ 程度の線径となり、上記エアの吹き付けによる延伸で $30\mu\text{m}$ まで小さくしている。また、穴径が $50\mu\text{m}$ の場合は $30\mu\text{m}$ 程度の線径となり延伸で $7\mu\text{m}$ まで小さくなる。

【0052】上記冷却筒21内部で延伸および冷却されながら下降した金属繊維Fは、冷却筒21の下側に配置した左右一対のサクションドラム式クリンパー30により、コイルスプリング状に連続して曲げられる。上記サクションドラム式クリンパー30はエアを吸引してエアを移動させ、左右両側からのエアの移動で、垂下していく金属繊維Fに曲げを付与するもので、金属繊維を非接触で曲げる作用を行う。

【0053】上記したサクションドラム式クリンパー30によりコイルスプリング状に形成された金属繊維Fを、該サクションドラム式クリンパー30の下部に水平方向に配置したネットコンベヤ33上に導いて載置する。上記ネットコンベヤ33上には、多数本のコイルス

プリング状に曲げられた連続繊維からなる金属繊維Fが、図3に示すように、並列に載置される。上記ネットコンベヤ33は幅方向Wに振られるようにしておあり、この幅方向への振れにより、ネットコンベヤ33上に並列された金属繊維は左右方向に振動して絡み合い、含有されている樹脂バインダーによりアトランダムに接着し、ステップ#5の多孔を有する不織布状の布帛構造体が製造される。

【0054】上記幅方向Wの振動手段は、図3に示すように、ネットコンベヤ33の搬送装置全体、即ち、駆動用モータ、該モータで駆動される一対のブーリ、これらブーリに巻掛けた無端状ネットコンベヤ33の全体を一体として、シリンドラ35のロッド36で交互に圧し引きして幅方向Wに振るよう正在している。尚、振動手段は、上記実施例に限定されず、他の適宜な手段が採用できることは言うまでもない。

【0055】上記不織布状の布帛構造体は、金属繊維Fが夫々コイルスプリング状に巻かれているため厚さを有し、しかも、左右方向に絡み合うために更に厚さが大きくなり、その厚さは $3.3\text{mm}$ ～ $5\text{mm}$ となっている。また、上記ネットコンベヤ33の搬送スピードを調節することにより、不織布状の布帛構造体の空孔率を調整できる。即ち、搬送スピードをあげると、金属繊維の密度が粗くなるため空孔率が高まり、搬送スピードを低下すると、金属繊維の密度を細かくして空孔率を低くすることができる。

【0056】上記金属繊維Fからなる布帛構造体を $80^{\circ}\text{C}$ ～ $1200^{\circ}\text{C}$ で約2分間加熱して、含有する樹脂バインダーを焼き飛ばして、ステップ#6の脱媒を行う。

さらに、還元ガス雰囲気中で、 $1000^{\circ}\text{C}$ ～ $1300^{\circ}\text{C}$ で約2分～10分加熱して、ステップ#7の金属粉末の焼結を行い、図4に示す構造の電池電極基板用の金属多孔体40を製造している。上記金属多孔体40は、その全体の空孔率が9.4%～9.8%で、1つの空孔の面積が $0.005\text{mm}^2$ ～ $0.942\text{mm}^2$ の範囲であり、その厚さは $0.5\text{mm}$ ～ $5.0\text{mm}$ の範囲となるように設定されている。

【0057】上記第1実施形態の方法で製造される本発明の金属多孔体40は、下記に列挙する利点を有する。即ち、脱媒および焼結を行うと、焼結後の各金属繊維は樹脂バインダーおよび金属酸化物が焼き飛ばされるため、線径が5～40%程度細くなっている。即ち、本実施例の各金属繊維Fは、図5(A)に示すように、金属の中実体からなり、線径が小さくなっている。これに対して、同一穴径を有する紡糸ノズルより形成される有機繊維に電気メッキを施して製造した金属繊維F'は図5(B)に示すように、有機繊維の表面に金属をメッキするため、その線径は大となり、かつ、脱媒により有機繊維が焼き飛ばされるため、空洞Cが発生し、該空洞Cが活物質が充填できない無効部分となっている。

【0058】具体的には、図5(A)の本発明の場合、

線径は平均  $20 \mu\text{m}$  となっているのに対して、図 5

(B) の従来例の場合、線径は平均  $30 \mu\text{m}$  となっており、体積で本発明は 55.6% 減少している。

【0059】上記のように、線径の細い金属繊維 F より金属多孔体を形成する本発明の場合と、従来の有機繊維に電気メッキを施して金属多孔体を形成する場合とを比較すると、図 6 (A) に示す本発明の場合が、図 6

(B) に示す従来より斜線で示す空孔が増加する。即ち、繊維密度を同一とした場合、従来の空孔率が 9.3% であると、本発明では空孔率は 9.6.9% となり、従来 9.6% であると本発明では 9.8.2% となり、空孔率を大とすることができます。よって、活物質を充填できる全体の空孔面積を従来と同一とするならば、本発明では、金属繊維の本数を 2.25 倍増加させることができる。即ち、図 6 (C) に示すように、金属繊維 F を密に配置できる。この場合、活物質を挟む金属の隙間が小さくなると共に、活物質と金属との接触面積が大となるため、導電性の向上および電池特性の向上を図ることが出来る。

【0060】一方、金属目付量を従来と同一にする場合も、空孔率を減少させることなく金属繊維の本数を 1.75 倍増加させることができ、上記したと同様、導電性の向上および電池特性の向上を図ることができるが、金属目付量を減少させたい場合、金属繊維の本数を従来と同一にするならば、金属目付量が従来  $420 \text{ g/m}^2$  必要であった場合、本発明では  $240 \text{ g/m}^2$  に減量することが出来る。尚、その場合、金属目付量の減少による強度上の問題は、金属繊維が中実で連続繊維からなり、強張力を有するため、強度上の問題はない。

【0061】さらに、従来問題となっていた図 16 に示す繊維 f の結合点での樹脂 R の溜まりによる膜張りについては、本発明では図 7 (A) に示す金属繊維 F の結合点で樹脂バインダーが仮に溜まても、脱媒、焼結時に焼き飛ばされて図 7 (B) に示す如く膜張りが消失し、線径が部分的に大となって空孔率が減少することは防止できる。

【0062】また、金属繊維 F は中実で且つ連続繊維状であるため、張力が非常に強く、従来の有機繊維に電気メッキを施す場合と比較して、1.5 倍～3 倍程度に張力を増加する。よって、活物質を充填する時に、金属多孔体 40 を強く引っ張ってラインスピードを上げることができ、生産性を高めることができる。

【0063】さらにまた、中実の金属繊維を相互に絡ませて、多孔質の不織布状の布帛構造体を形成しているため、該不織布状の布帛構造体の表面側および内部側のいずれも金属繊維が均一に位置する。よって、従来の有機繊維に電気メッキを施す場合に発生する表面側の金属付着量が多く、内部側の金属付着量が少なく金属の分布が不均一になる不具合ではなく、電池特性を高めることができる。

【0064】さらに、連続した金属繊維 F をコイルスプリング状に曲げ、これらを相互に絡み合わせているため、前記のように  $3.3 \text{ mm} \sim 5 \text{ mm}$  程度の大きな厚さとすることができる。よって、該金属繊維 F よりなる金属多孔体 40 に対して活物質の充填を容易に行うことができ、作業性を向上させることができる。

【0065】上記第 1 実施形態では、紡糸ノズル 16 のノズル本体 20 は図 8 (A) に示すように、混合物 M を夫々押し出す吐出口 51 をノズル本体 20 に並列し、各吐出口 51 より樹脂バインダーと金属粉末の混合物からなる金属繊維 F を押し出す構成からなるが、金属粉末の割合が多く、金属繊維 F の押しだしが容易でない場合がある。その場合には、図 8 (B) ～ (D) に示す構造の紡糸ノズル本体 20 を用い、複合繊維として紡糸することが好ましい。

【0066】即ち、図 8 (B) のノズル本体 20 は、1 本の連続繊維についてみると、中心部に混合物 M の吐出部 51 を有すると共に、その全外周に樹脂のみを吐出する吐出口 52 を設けている。よって、ノズル本体 20 の中心部から混合物 M が押し出されて芯部 60 を形成すると共に、ノズル本体 20 の外周部から樹脂 R が押し出されて樹脂 100% の鞘部分 61 を形成する。即ち、芯部 60 を鞘部分 61 で囲む複合繊維として紡糸している。上記複合繊維とすると、ネットコンベヤ 33 で幅方向に振って不織布状の布帛構造体とする時に、外周面の鞘部分 61 が接着剤の役目を果たす事ができる。該鞘部分 61 は後工程の脱媒、焼結で焼き飛ばすため、金属繊維の線径が太くなることはない。

【0067】図 8 (C) のノズル本体 20 は、大口径の樹脂吐出口 52 の内部に、混合物 M の吐出部 51 を間隔をあけて多数設けた構成としており、これら吐出部 51 より押し出す混合物 M で多数の芯部 60 を形成すると共に、これら芯部 60 の隙間に樹脂を押し出して、樹脂 100% の樹脂部分 62 で、分散した芯部 60 を囲んでいる多芯構造の複合繊維として紡糸している。上記多芯構造の複合繊維とすると、脱媒、焼結により芯部がくっついて表面積の大きな金属繊維となる。また、樹脂部分 62 にポリエステルを用いてアルカリ溶液中でポリエステルを溶解除去すると、相互の分離したバラバラの細径繊維の集合体とすることができる。

【0068】図 8 (D) のノズル本体 20 は、その一部を混合物 M の吐出部 51 とすると共に、他半部を樹脂吐出口 53 としており、該樹脂吐出口 53 より混合物 M に混合している樹脂バインダーと異なる樹脂を吐出させている。上記吐出部 51 と 53 とからは、混合物 M が樹脂と張り合わされた状態で押し出され、混合物 M からなる芯部 60 が樹脂部 64 とバイメタル状態で接合した複合繊維として紡糸している。上記複合繊維は、冷却筒 21 での冷却時に、芯部 60 と樹脂部 64 との温度変化が相違するため、この相違によりカールした状態となり、

・サクションドラム式クリンパーを用いなくても湾曲させることが可能となる。

【0069】尚、上記第1実施形態では、金属粉末と樹脂バインダーの粉末を混練して糸状物を成形し、これを切断してペレットとし、該ペレットを加熱して樹脂を溶融しているが、溶融した樹脂バインダーに金属粉末を混合して混練し、これを糸ノズルに押し出してもよい。

【0070】また、上記第1実施形態では、不織布状の布帛構造体を形成した後、脱媒、焼結を行っているが、図9に示すように、必要に応じて、ステップ#6の脱媒、ステップ#7の焼結を省略してもよい。例えば、金属粉末と樹脂バインダーとの混合割合を、金属粉末を9.5%~97%程度まで高めた場合には、樹脂バインダーを特に焼き飛ばして脱媒する必要はない。

【0071】さらに、図10に示すように、第1実施形態のステップ#5の布帛構造体の形成の後、ステップ#6で電気メッキを施し、その後、ステップ#7で脱媒、ステップ#8で焼結を行っても良い。即ち、金属付着量を多くし、かつ、強度を大とする必要がある場合には、電気メッキを施してよい。その場合、メッキする纖維自体が中実の金属より形成されているため、従来の電気メッキにより100%金属を付着する場合と比較して、電気メッキ量を大幅に低減でき、その分、電気消費量の大幅な削減が可能となる。

【0072】また、図11のフローチャートに示すように、電気メッキの後の脱媒、焼結を、場合によっては省略してもよい。

【0073】また、上記樹脂バインダーと混合する金属粉末は一種の金属粉末に限定されず、複数種類の金属粉末を混合すると、該金属粉末から形成される金属纖維自体を混合金属纖維とすることが出来る。

【0074】上記第1実施形態では、金属微粒粉末と樹脂バインダーとを混練していたが、第2実施形態では、樹脂バインダーを用いずに金属粉末のみより金属纖維を形成している。即ち、図12(A)に示すように、ステップ#1で、金属微粒粉末に大きな加圧力を加えて、第1実施形態の図2に示す糸用ノズル16に供給している。上記加圧力は第1実施形態の樹脂バインダーを混合したものと比較して、約30倍~70倍、好ましくは50倍前後の圧力を付加している。このように大きな加圧力を付加して糸用ノズル16に供給することにより、ノズル本体20より多数本の金属纖維Fとして連続的に押し出し、ステップ#1の糸を行なうことができる。

【0075】上記ステップ#1の糸を行なった後は、第1実施形態と同様に、糸用ノズル16の下部に配置した冷却筒21を通して、糸した金属纖維の延伸および冷却を行い、ついで、その下部に配置したサクションドラム式クリンパー30によりコイルスプリング状に連続して曲げ、その後、ネットコンベヤ33上に導いて、ステップ#2の不織布状の布帛構造体を形成する。

【0076】ついで、ステップ#3の焼結を、還元ガス雰囲気中で、1000℃~1300℃で約2分~10分加熱し、電池電極基板用金属多孔体を製造している。なお、この焼結工程は、場合によっては、省略してもよい。

【0077】さらに、図12(B)に示すように、ステップ#2の不織布状の布帛構造体を形成した後、ステップ#3で電気メッキを行い、ついで、ステップ#4で焼結を行ってもよい。

【0078】上記第1実施形態および第2実施形態では、糸ノズルで形成した連続金属纖維を、曲げをついた後にネットコンベヤに搬送して不織布状の布帛構造体を形成しているが、金属纖維より多孔性纖維構造体あるいは三次元網状構造体の多孔質の布帛構造体を形成すれば、任意の方法も採用できる。例えば、図13に示すように、連続金属纖維Fをメッシュ形状に纏めて、織物からなる布帛構造体としてもよい。

【0079】さらに、糸ノズルより押し出された連続金属纖維をカットして水中に投入し、2mm~60mmの短纖維を形成し、この短纖維を、乾式不織布製造方法により不織布状の布帛構造体を製造してもよい。即ち、短纖維を乾燥させた後、紡織カードで開織、または纖維を空気流でランダムに集積して不織布状の布帛構造体としている。あるいは、短纖維を水中あるいは接着剤を含んだ水中に分散させた後、網でくい上げて不織布とする湿式不織布製造方法を用いてもよい。あるいは、溶融糸する際に、加熱気体を吹き飛ばして細く延伸し、同時に短纖維化して、直接コンベヤ上に集積して不織布とするメルトプロセス不織布製造方法を用いてもよい。さらには、溶融糸する際に、空気流などで延伸処理し、直接コンベヤ上に集積し連続ウエブを形成し、該連続ウエブを接着剤で接着させるスパンボンド方式で製造してもよい。

【0080】第3実施形態では、上記した金属粉末から形成した金属纖維により不織布あるいは他の織物状、編物状、フェルト状、スクリーン状、エキスパンデッド状、網状等の多孔性纖維構造体あるいは発泡状、スポンチ状、海綿状、ハニカム状等の三次元網状構造体の金属多孔体40を図14(A)に示すように複数枚積層して、1枚の電池電極基板用金属多孔体100としている。あるいは、図14(B)に示すように、導電性金属箔101に多数の小孔101aを開いたものを、金属多孔体40に積層して、1枚の電極基板用金属多孔体100'としてもよい。さらに、図14(C)に示すように、樹脂型の発泡体、メッシュ、あるいは不織布に電気メッキを施し、これを脱媒、焼結して形成した金属多孔体102を金属多孔体40に積層して、電極基板用金属多孔体100'としてもよい。

【0081】第4実施形態では、第1、第2実施形態あるいは第3実施形態の金属多孔体40、100、100'を

0'、100"に、図15に示すように活物質を充填して電池電極板を製造している。図15に示すように、前記第1実施形態を示す図1のステップ#1～ステップ#7の工程で製造された金属多孔体に対して、ステップ#8で活物質の充填を行っている。第1実施形態の変形例の図9、図10、図11の最終工程の後、第2実施形態の図12(A) (B)の最終工程の後、図14に示す金属多孔体を積層した後に、活物質の充填を行ってもよいことは言うまでもない。

【0082】具体的には、例えば、ニッケル粉末で形成したニッケル金属繊維から不織布状の金属多孔体を製造し、該金属多孔体を連続的に引張しながら活物質を充填し、ニッケル水素電池用電極板を製造している。この第4実施形態の3つの実施例を以下に記載する。

【0083】第1実施例では、ニッケルからなる不織布状金属多孔体に、水酸化ニッケル粉末1.0重量部、金属コバルト粉末1.0重量部、粘着剤としてメチルセルロース0.2重量部、水2.0重量部を混練して得た活物質ペーストを塗着した。これを乾燥した後、加圧成形して、厚さ0.5mmのニッケル水素電池用正極板を作成した。

【0084】第2実施例では、ニッケルからなる三次元網状構造体に水酸化ニッケル9.0重量部に、酸化コバルト1.0重量部、カルボキシメチルセルロース0.4重量部、水4.3重量部を混練して得た活物質ペーストを塗着した。これを乾燥した後、ローラープレスで圧延して、厚さ0.6mmのニッケルカドミウム電池用正極板を作成した。

【0085】第3実施例では、酸化カドミウム9.0重量部、ニッケル粉末1.0重量部、ポリエチレン粉末2.8重量部、ポリテトラフルオロエチレン2.5重量部を有機溶媒と共に混合して得た活物質ペーストを塗着した。これを乾燥した後、加圧成形して厚さ0.45mmのニッケルカドミウム電池用負極板を作成した。

#### 【0086】

【発明の効果】以上の説明より明らかのように、本発明によれば下記に列挙する効果を有する。まず、請求項1または請求項2に記載の電池電極基板用金属多孔体は、中実の金属繊維により多孔質の布帛構造体としているため、表面側および内部側に空孔を囲む金属部分が均一に分布する。また、従来は有機繊維の表面にメッキをして有機繊維を焼き飛ばしていたため、無効部分となる空洞が発生していたが、本発明の金属繊維は空洞が存在せず、活物質が充填できない無効部分がなくなる。また、従来の空洞を有する金属繊維より線径を細くすることができ、その分、空孔率を高めて活物質の充填量を増加できる。また、m<sup>2</sup>当たりの金属量が一定に規定されている場合は、空孔率を従来と同一にしながら繊維本数を増やして、1つの空孔面積を小とし、導電性を高めて電池特性を向上させることができる。

【0087】さらに、請求項3では、金属粉末が0.1μm～5μmと微細であるため、溶融樹脂バインダーと混合して紡糸ノズルから押しだし紡糸することができる。また、紡糸した繊維の径が1.0μm～100μmの極細であるため、該繊維から形成する金属多孔体の空孔率を高めることができると共に、空孔率を従来と同率とした場合には1つの空孔面積を小さくして、導電性を高めることができる。また、金属繊維を連続繊維あるいは長繊維としているため、張力を高めることができ、活物質充填時にラインスピードを上げることができる。

【0088】また、請求項4に記載のように、さらに、電気メッキを施すと、金属多孔体の強度を更に大として、張力を高めることができる。また、請求項5に記載のように、金属粉末として種々の金属を用いると、所要の特性を備えた金属繊維からなる金属多孔体を設けることが出来る。また、金属粉末として混合金属粉末を用いると、混合金属繊維が紡糸され、1つの金属単体では有しない多数の特性を有する金属多孔体とすることができる。

【0089】また、請求項6および請求項7に記載のように、金属多孔体を積層して用いると、電極用基板が厚さを要求される場合に、容易に対応することができる。

【0090】さらに、請求項8に記載のように、本発明の金属多孔体に活物質を充填して形成した電池電極板では、活物質充填量を増加出来ると共に、充填した活物質と金属繊維との接触面積が大となるため、該電極板を用いた電池性能を向上させることができる。

【0091】請求項9および請求項10に記載の本発明に係わる電池電極基板用金属多孔体の製造方法では、従来必要であった導電処理工程、メッキ工程が不要となり、メッキにより金属多孔体を製造する場合に発生する処理液の問題を無くし、公害の発生を防ぐことができる。かつ、従来のメッキ方法と比較して電気消費量が削減でき、大幅なコスト低下をはかる。

【0092】また、請求項11および請求項12に記載のように、強度を高めるため電気メッキを併用した場合にも、該電気メッキによる金属付着量が少なくなるため、従来の電気メッキ方法のみにより形成する場合と比較して、電気使用量の大軒な低減を図ることができる。

【0093】また、請求項13に記載のように、金属繊維における金属粉末の割合を高めると、脱媒、焼結により樹脂バインダーを焼き飛ばす工程を不要とすることができる。

【0094】さらに、請求項14乃至16に記載の方法によると、金属粉末の割合が高い混合物より極細の金属繊維をノズルより押し出して紡糸することが可能となる。

【0095】さらに、請求項17乃至請求項18に記載の方法によると、樹脂バインダーを金属粉末に混合せず、金属微粒粉末を大きな加圧力で直接紡糸用ノズルを

通して紡糸しているため、金属粉末からなる金属繊維の製造工程を簡単とすることができます。

【0096】また、請求項19に記載の方法によると、非接触で連続的に紡糸される金属繊維に所要の曲げを簡単に与えることができる。また、請求項20に記載の如く多孔質の布帛構造体を形成した場合にも、簡単に多孔質の布帛構造体を形成出来るとともに、該多孔質の布帛構造体の密度を容易に調整することができる。

【0097】また、請求項21に記載のように、金属繊維を短纖維とした後、乾式抄紙法あるいは湿式抄紙法を用いて不織布形状とすると、その纖維密度、空孔率等を容易に調整でき、所要の不織布状金属多孔体とすることができます。

【0098】さらに、請求項22に記載の方法にあるように、本発明の金属多孔体に活物質を充填することにより、活物質充填量が多いと共に金属繊維密度が高く活物質との接触面積が大きくとれ、高性能の電池電極板を製造することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態の製造方法を示すフローチャートである。

【図2】 上記製造方法を実施する製造装置の概略図である。

【図3】 上記製造装置におけるネットコンベヤの一部平面図である。

【図4】 第1実施形態の製造方法により製造された金属多孔体の概略平面図である。

【図5】 (A) は本発明の金属繊維の断面図、(B) は従来例による金属繊維の断面図である。

【図6】 (A) および (C) は本発明の金属繊維により構成される空孔部分を示す平面図、(B) は従来例の金属繊維により構成される空孔部分を示す平面図である。

る。

【図7】 (A) は本発明の脱媒、焼結前の金属繊維の結合部分の平面図、(B) は脱媒、焼結した後の金属繊維の結合部分の平面図である。

【図8】 (A) (B) (C) (D) は本発明に係わる紡糸ノズルのノズル本体および該紡糸ノズルにより紡糸される連続繊維の断面図である。

【図9】 第1実施形態の他の製造方法を示すフローチャートである。

【図10】 第1実施形態の他の製造方法を示すフローチャートである。

【図11】 第1実施形態の他の製造方法を示すフローチャートである。

【図12】 (A) (B) は夫々第2実施形態の製造方法を示すフローチャートである。

【図13】 本発明に係わる他の金属多孔体の概略平面図である。

【図14】 (A) (B) (C) は本発明の第3実施形態の金属多孔体を示す概略断面図である。

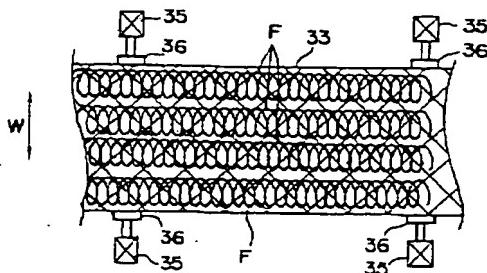
【図15】 第4実施形態の製造方法を示すフローチャートである。

【図16】 従来の問題点を示す平面図である。

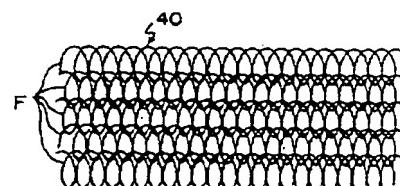
#### 【符号の説明】

- 1 金属粉末容器
- 2 樹脂バインダー容器
- 16 紡糸ノズル
- 20 ノズル本体
- 21 冷却筒
- 30 サクションドラム式クリンパー
- 33 ネットコンベヤ
- 40 電池電極基板用金属多孔体
- F 金属繊維

【図3】



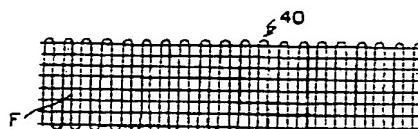
【図4】



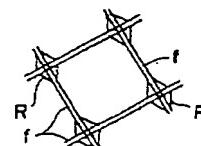
【図5】



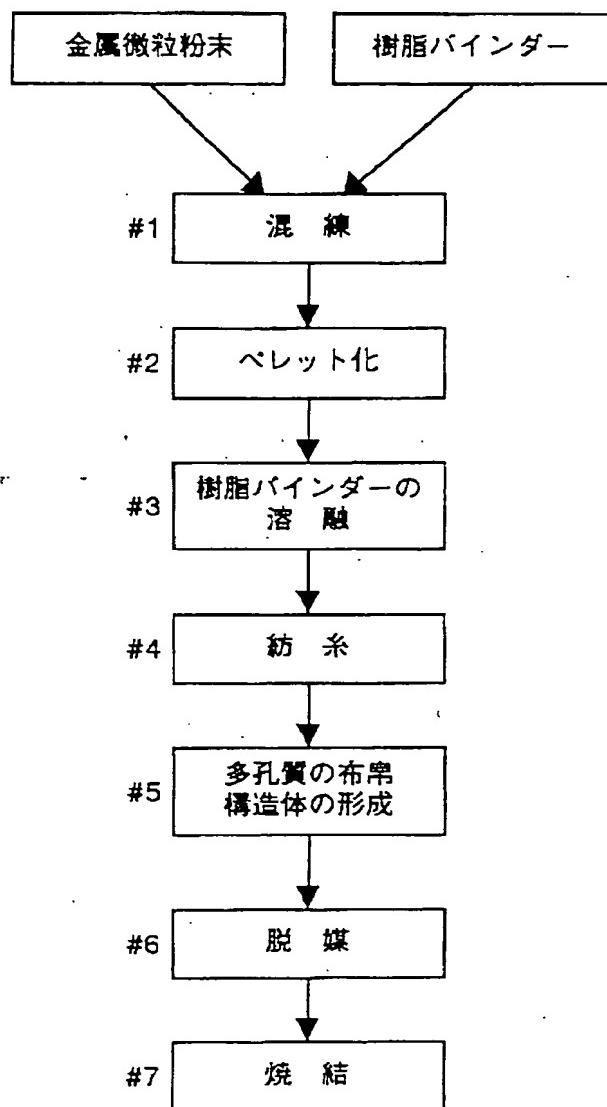
【図13】



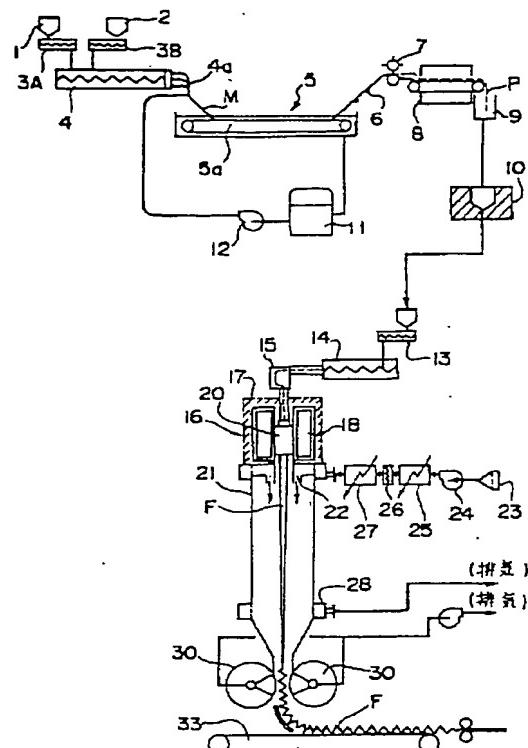
【図16】



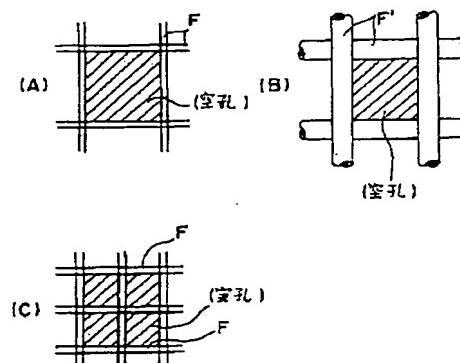
【図1】



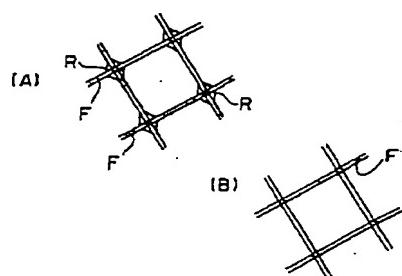
【図2】



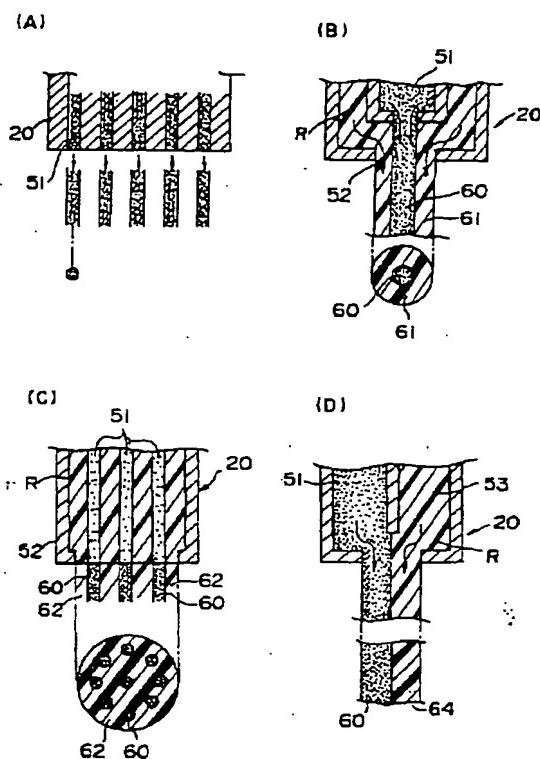
【図6】



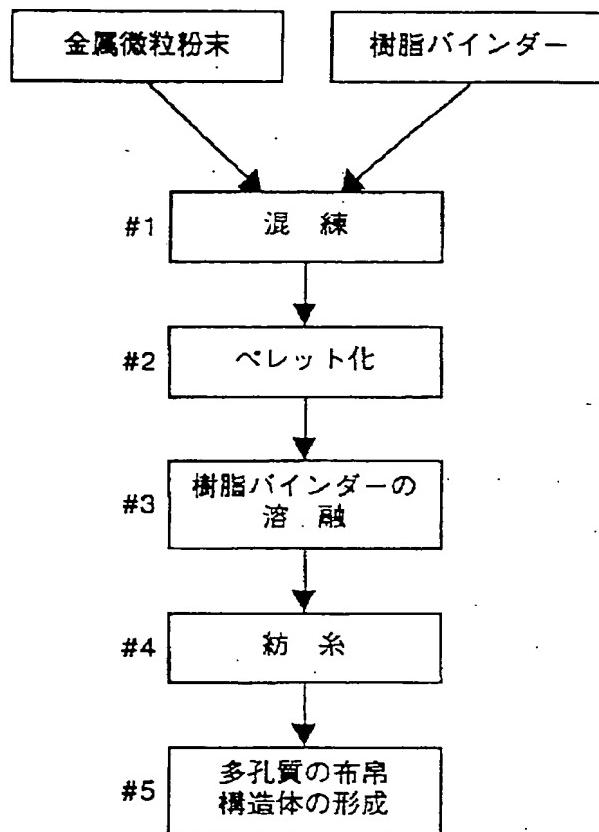
【図7】



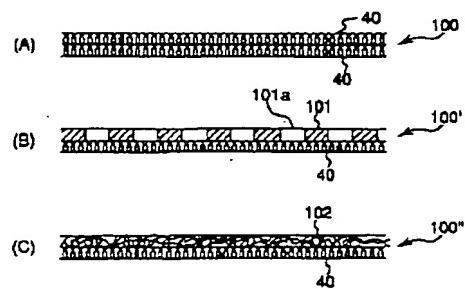
【図8】



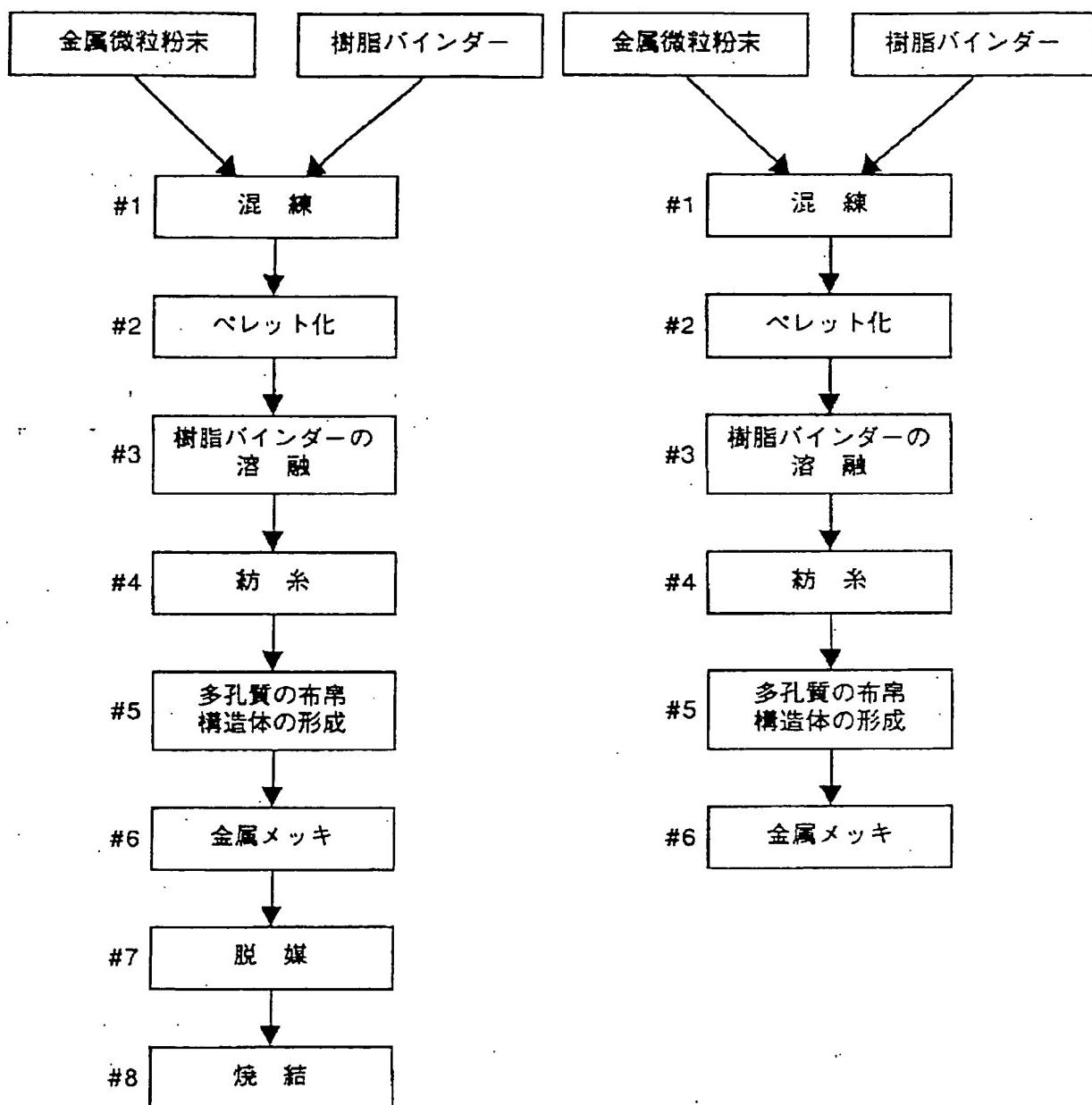
【図9】



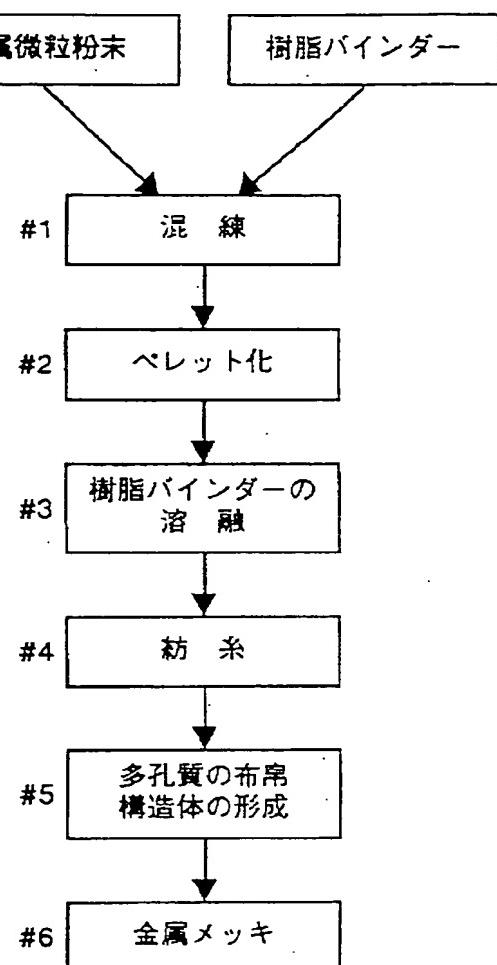
【図14】



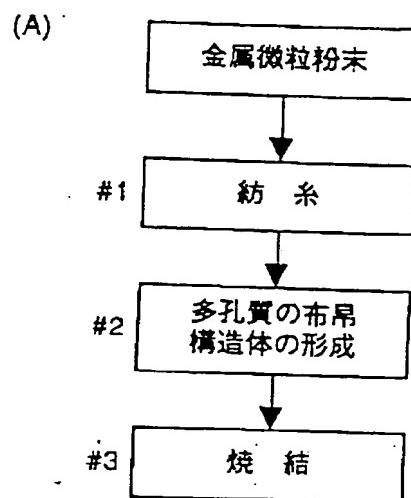
【図10】



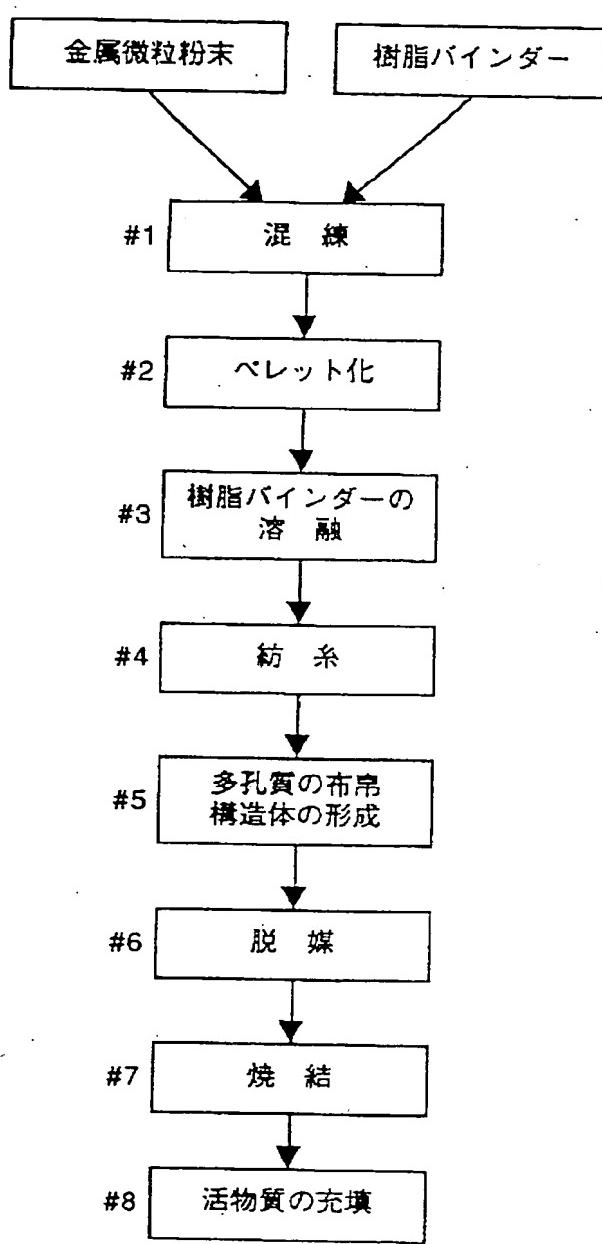
【図11】



【図12】



【図15】



(B)

